

携帯端末を使用した出席管理システム

増田 進也* 小高 知宏* 黒岩 丈介** 白井 治彦***

Attendance Management System Using Mobile Phone

Shinya MASUDA*, Tomohiro ODAKA*, Jousuke KUROIWA** and Haruhiko SHIRAI***

(Received February 3, 2017)

In this paper, we show the construction method for class support system using mobile phone. In this system, we use the Bluetooth function of the mobile phone owned by the students. The Bluetooth device has a unique address called Bluetooth Device address. Therefore, we can use that address as a student identifier.

In the educational support system, we create a system focused on attendance management. This system identifies students using Bluetooth and displays the student's information on Web page. Teacher compares Web page with the student, and confirms whether it is the principal or not. By using this class support system, it is possible to reduce misbehavior by the students.

Key Words : Bluetooth, Mobile Phone, Class Support, Attendance Management System

1. はじめに

近年, 情報通信技術 (ICT) が急速に発達しており, 特に日本国内において平成 26 年度末におけるインターネットの人口普及率は 80%を超えている [1]. これは, パソコンの他に外出中でもインターネットに接続できる機器の普及が進んでいることが一因にもなっている. その普及に伴って, 文部科学省は「教育の情報化ビジョン」を掲げて, 特に初等中等教育段階において ICT の特徴を最大限に活かした教育を推進している [2].

一方で大学では, 大学生が所有しているスマートフォン等を活用したスマート教育の実用化に向けた教育支援システムの研究が行われている. そのシステムの中で, 出席管理システムというものがある. そしてそのシステムには, GPS 機能を用いて講義室にいるかを

監視するものや, 学生がスマートフォン等を操作して出席確認をするもの等がある [3-5]. しかしそれだけでは, 学生が代返を行う等の不正行為が発生する可能性があり, 対応として不十分であると考えられる. またそれによって, 教育支援システムが教育に与える効果が不明になってしまう可能性も考えられる.

そこで本研究では, 携帯端末を使用した教育支援システムの構成方法について検証していく. 具体的には, 出席管理システムに焦点を絞り, 携帯端末の Bluetooth 機能を用いて学生の特定制を行い, 学生情報を取得するシステムを開発する. このシステムを使用して, 教員は学生情報と学生を比較して本人確認を行い, 本人であると決定した場合に出席とする.

本論文では, 2 章では既存の出席管理システムと問題点について述べ, 3 章では本研究における出席管理システムの構築について述べる. 4 章では実装について具体的に述べ, 5 章で開発したシステムについて考察し, 総括する.

2. 教育現場における出席管理システム

現在, 研究や運用が行われている教育支援システムには, 授業支援システム, 学習支援システム, 出席管理

* 大学院工学研究科 原子力・エネルギー安全工学専攻

** 大学院工学研究科 知能システム工学専攻

*** 工学部技術部

* Nuclear Power and Energy Safety Engineering Course,
Graduate School of Engineering

** Human and Artificial Intelligence Systems Course,
Graduate School of Engineering

*** Technical Division

システムなどが存在している。その特徴として、学生が所有する携帯端末やパソコンなどを用いてシステムを運用することが前提とされている。

本章では、中でも携帯端末を用いた出席管理システムに焦点を絞って述べる。また、既存システムで不正行為の防止に利用される携帯端末の機能とそのシステムの問題点について述べ、本研究で行う手法について述べる。

2.1 出席管理システムの背景

現在の教育機関においては、主に点呼や出席簿等の出欠確認を行っている。しかし、このような従来の方法では、他者が欠席者の出席を装うために代わりに返事をしたり、出席簿に記入する不正行為が蔓延する可能性があった。実際に大学では、講義の単位認定において教員が一定の出席数を義務付けていたり重要視していることもあり、学生が代返行為等を行うことがあった。そのため、代返行為等が発覚した場合、当学期の総単位を剥奪するような学則を設けている大学も存在する。

また、代返行為を防止するために、講義毎に課題の提出を求める、学生の座席を指定する、学生の座席を回って1人ずつ1枚の出席カードを配る等、教員が個人的に工夫をしていることもある。しかしそれでは出席確認に時間が掛かってしまい、講義に支障をきたすことがあり問題となっていた。そのような理由から、ICTの発展・普及に伴って、自動で出欠確認する出席管理システムの研究や運用が盛んに行われてきた。

2.2 既存システムと利用される携帯端末の機能

不正行為の防止に利用されている携帯端末の機能と既存の出席管理システムについて以下に示す。

2.2.1 GPS 機能

携帯端末には、通常の GPS 機能に加えて Assisted GPS(A-GPS) 機能を内蔵している。通常の GPS 機能では GPS 衛星からの信号を携帯端末で直接受信している形式をとっているが、屋内にいる場合は信号が弱くなるため位置特定に時間が掛かってしまうことがある。一方で A-GPS 機能では衛星からの信号が弱い場合、携帯端末と通信している基地局を利用しておよその位置を絞り込み、そこから測位可能な衛星の軌道データを端末に送ることで素早い位置の特定を可能にしている。

この携帯端末に備わっている GPS 機能等を用いて、講義室に学生がいるかどうかを監視する出席管理シ

ステムがある^[3]。このシステムの概要図について図1に示す。これは教員と学生が所持している携帯端末の位置情報をサーバに送り、それぞれの距離を計算することで学生が講義室にいるかどうかを確認して出欠確認が自動で出来るものである。これにより、教員が出席管理にかかる時間と手間を軽減させることが可能となる。

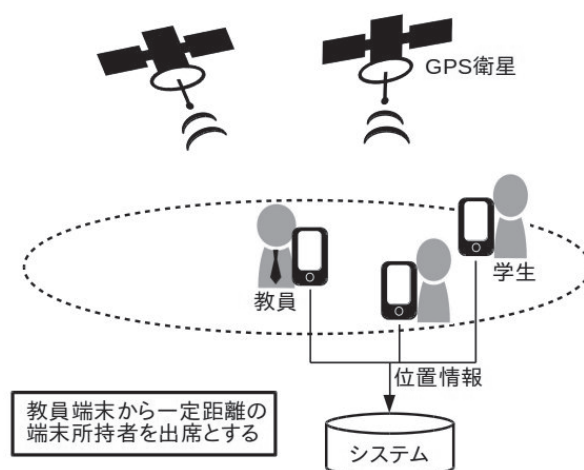


図1 GPS 機能を用いた出席管理システムの概要図

2.2.2 Web ブラウザ閲覧機能

携帯端末の種類の中でもフィーチャーフォンは通話機能を主体としたものであり、Web ブラウザ閲覧機能があるものの、セッション管理ができない点がある。そのためブラウザ閲覧中にメール機能などの他機能を使用するとセッションが切れてしまう。

そのセッション管理を利用して、学生が携帯端末のWeb ブラウザ閲覧機能を用いてシステムにアクセスし、出欠確認を行う出席管理システムがある^[4]。このシステムの特徴として、携帯端末上のセッションを保持したまま学生は2つのパスワードを時間内に入力しなければ出席とされない点である。教員は出欠確認をする際に、出欠確認開始用のパスワードを用意し、学生に口頭で告げる。学生が携帯端末のブラウザで開始用パスワードを入力し終えると、教員は次に出欠確認終了パスワードを学生に口頭で告げる。そして学生が終了用のパスワードを入力すると出席とされる。これは上述した通り同一のセッションで行わなければならない。そのため、学生が他者にメールなどでパスワードを伝えようとするセッションが切れてしまうため自身の出席が認められないことになり、不正行為が行われることを防ぐことができる。

2.2.3 iBeacon の Bluetooth 機能

携帯端末の多くには、Bluetooth Low Energy(BLE) と呼ばれる近距離無線通信規格の 1 つが内蔵されている。この通信機能の特徴は、指向性を持たないことに加えて、通常の Bluetooth よりも省電力でありながら広範囲で通信が行えるという点である。また、この通信方法を利用した iBeacon と呼ばれる通信プロトコルがある。これは電波を出すビーコン端末と電波を受信する携帯端末にインストールされた iBeacon 用アプリで構成される。携帯端末が Bluetooth の電波を受信すると、アプリがインターネットのサーバからビーコンを特定し、サーバに設定してある処理をアプリが実行するという形式を取っている。

この iBeacon の仕組みを利用した、講義室の入退室を検知可能にする出席管理システムがある^[5]。このシステムの概要図について図 2 に示す。ビーコンから送られる信号を受信した携帯端末にインストールされたアプリは、どの講義室に入室したかを判断し所有者に知らせる。所有者は入室したかどうかを決定することで、アプリは入室時間をデータベースに加える。一方で、ビーコンから離れるとアプリがそれを検出して所有者に知らせる。所有者が退室を決定すると、アプリは退室時間をデータベースに加える。また講義室の広さに応じて、iBeacon の数や電力を調節することで、適切な通信距離を実現することが可能となる。

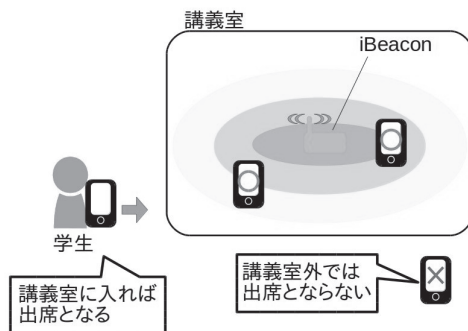


図 2 iBeacon を用いたシステムの概要図

2.3 既存システムの問題点

ここまで携帯端末を使った出席管理システムについて紹介したが、それぞれには代返行為等の不正行為に十分に対処できていないことがある。その問題点の原因として、学生の出欠を取るのではなく、携帯端末単体で出欠を取ってしまう点が挙げられる。

例えば、携帯端末を検出・監視するシステムでは、学生は携帯端末を他人に貸すだけで、講義に出ることな

く出席となってしまう。従来のシステムは、個人情報を含んだ携帯端末の貸し借りは行われないと考えられて構築されている。しかし、近年では携帯端末は安価で入手しやすいため、学生は日常で使用する携帯端末とシステムで使用する携帯端末を別に用意しておくことも可能である。

また、携帯端末で操作をして出欠を取るシステムでは、携帯端末の進歩によって不正行為防止が難しくなっている。2.2.2 で述べたシステムでは、ブラウザから他の機能に移るとセッションが切れるフィーチャーフォンの特性を活かしたシステムとなっているが、近年普及しているスマートフォン等ではセッションが切れにくい。そのため、すぐにパスワードなどの情報を他人に伝達することが可能であり、不正行為が容易にできてしまう。

2.4 本研究の手法

2.3 で述べたように、既存システムの問題点は携帯端末にある特定の操作をするだけですぐに出席にしてしまえる点である。その問題点を解消するためには、携帯端末単体で出欠を取るのではなく、他の要素を加えることが必要であると考えられる。

そこで本研究では、学生が所持している携帯端末と学生個人の情報を組み合わせて出欠決定をする出席管理システムについて検討していく。具体的には、携帯端末に備わっている Bluetooth 機能に着目し、Bluetooth Device address(BD アドレス) を学生の識別子として利用する。また、BD アドレスで学生を特定した後、学生の顔を直接見て本人かどうか確認することで不正行為の防止につなげる。そして、携帯端末を活用する教育支援システムの構成方法について検討していく。

3. 本研究における出席管理システムの構築

本章では、学生の出欠確認方法と出席管理システムの構築方法について述べる。

3.1 講義の出欠確認方法

本システムを利用した出欠確認の方法について検討する。出欠確認では、学生による不正行為をできる限り防止する必要がある。そのため、学生が特定の行動をすることによって出席を取る方法が理想的だと考える。また、出欠を取る際には学生本人であるか確認する機能が必要である。

以上から、学生の出欠決定をシステムが行うための動作として、出席を取ろうとしている学生の検出と誰であるかの識別、そして本人かどうかの確認が必要と

なる。

3.1.1 学生の検出と識別

学生の検出と識別の動作については、学生の所有物を使用する。従来のシステムで使用されている学生の所有物として学生証や IC カード、携帯端末がある。しかしその中でも学生証や IC カードは、他人に貸すことができるほど学生にとっての重要度が低く、そして専用の読み取り機を講義室ごとに設置する必要がありコストがかかってしまうという問題点がある。

そのため、学生が日常で使用する携帯端末に注目し、それを用いた学生の検出、学生の識別を行う。

可能となる。そして、検出された携帯端末の BD アドレスを用いることで学生の識別を行うことができる。

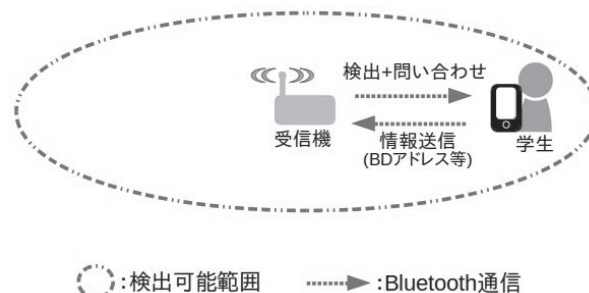


図3 学生の検出と識別の処理

3.1.2 本人確認の動作

本人確認には、本人しか持ち得ない特徴を利用して行う。具体的には、学生の画像と学生本人を教員が見比べるようにする。また学生の画像には、学生本人であることを保証されたものを使用する。そして学生の画像は、あらかじめ学生情報の一部として保存しておく。そのため、本研究では教員が本人確認を行う。

3.2 出席管理システムの構成

3.2.1 携帯端末と Bluetooth の受信機

出席を取ろうとしている学生の検出と識別には携帯端末の Bluetooth 機能を用いる。Bluetooth 機能が備わっている様々な端末には、探索可能状態にすることによって、他の端末上から端末情報を検出させることができる。そして、その端末情報の中には、端末を識別するための 48bit の固有な BD アドレスがある。この BD アドレスは原則として他の端末とアドレスが重複することがなく端末ごとに割り振られており、MAC アドレスと違って容易に変更することができないという特徴がある。

出席を取ろうとしている学生の検出と識別の処理の流れを図3に示す。今回は、受信機と携帯端末を用いて構成する。受信機とは、Bluetooth 機能を備わった周囲の携帯端末を検出する端末である。iBeacon では携帯端末にビーコンを検出させて動作を行わせているが、本研究では受信機自身が携帯端末を検出して動作する。受信機は、通信可能範囲内に存在する Bluetooth 機能を備えた端末との電波強度値を測定する。また、閾値を設けてその値より大きい電波強度値を持つ端末だけを検出する。以上から、出席を取る学生が受信機に携帯端末を近づけることによって、学生の検出が

3.2.2 学生情報を登録したサーバ

出席を取ろうとしている学生の検出の後に、本人確認をするために学生情報を取得しなければいけない。そのため学生情報をあらかじめ登録したサーバを用意する必要がある。

サーバとシステム全体の動作イメージについて図4に示す。サーバでは学生情報として、学生情報を事前にデータベース化して登録しておく必要がある。事前に登録するデータの要素として、BD アドレスや名前、学籍番号、顔写真、出席データなどで構成される。顔写真は出欠決定に使用されるため、詳細については後述する。

受信機は出席を取ろうとしている学生の携帯端末を検出し、携帯端末の BD アドレスをサーバに送信する。サーバ側では送られてきた BD アドレスとあらかじめ登録した学生情報の BD アドレスを比較を行う。そして BD アドレスが一致した場合、学生の特定ができたと判断され、BD アドレスに関連付けされた学生情報を取得を行う。

3.2.3 出欠決定

学生情報を取得した後に、出席を取ろうとした学生が本人であるかどうか確認する必要がある。そのため学生の顔と本人であることを保証された顔写真を用いて比較することにより、本人確認を行う。

学生が携帯端末を受信機に近づけた後、サーバでは学生情報の取得をして Web 上に内容を表示する。そして教員はその学生情報の顔写真と学生の顔を直接見比べて本人であるか確認する。教員が本人だと確認した場合、出欠決定を行う。教員は、サーバのデータベースにある出席データに追加・更新を行う。

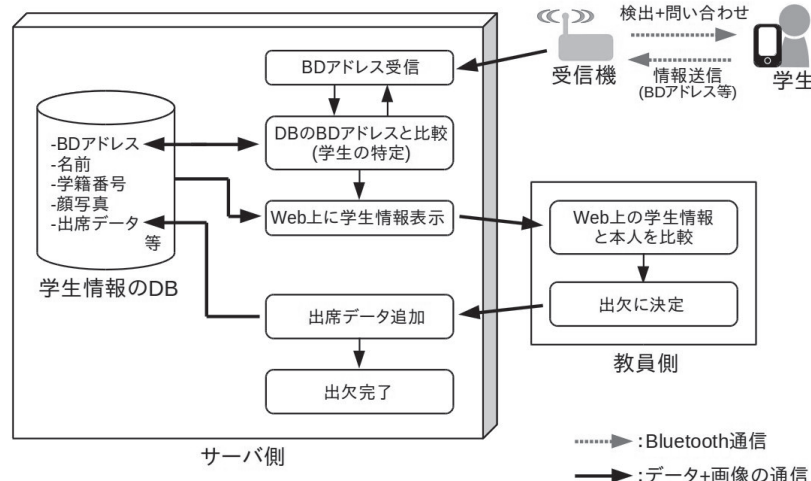


図4 サーバとシステム全体の動作イメージ

4. 実装

本章では、実装したシステムについて述べる。

4.1 受信機端末

受信機には、他機能でありながら小型かつ安価であることが必要とされる。そのため本研究では、RaspberryPi1 ModelB を使用した。仕様を表1に示す。本システムは、学生の携帯端末の検出に Bluetooth 機能を用い、サーバへ携帯端末の BD アドレスを送信するのに Wi-Fi 機能を使用する。そのため、それぞれのドングル (PLANEX BT-Micro4, PLANEX GW-USNANO2A) を RaspberryPi の USB ポートに取り付ける。これらは持ち運びと設置に手間がかからないという特徴がある。

Bluetooth の電波強度測定には、Bluez(ver.5.23-2) と呼ばれるオープンソースの Bluetooth プロトコルスタックを用いる。また、周辺端末ごとの電波強度値 (RSSI) を測定する。1m 付近で測定される電界強度値を $A[\text{dbm}]$ とし、電波の減衰度合いを表す経路品質係数を N とする。また N の理論値は2である。さらに測定対象までの距離を $R[\text{m}]$ とし、電波強度を以下の式で測定する。

$$RSSI[\text{dbm}] = A[\text{dbm}] - (10 \times N) \times \log_{10} R[\text{m}]$$

そして学生の検出を行う際には、携帯端末を受信機にかざすように近づけることによって BD アドレスを検出する必要がある。そのため測定した電波強度値が $-60[\text{dbm}]$ 以下の時、その電波強度を計測した携帯端末の BD アドレスをサーバに送信するように Python(ver.2.7.9) でプログラムの作成を行った。また、データベースに MySQL を使用しているサーバに BD

アドレスを送るため、RaspberryPi から外部接続を行った。その外部接続の方法は MySQL のリモート接続を用いた。これまでの処理を RaspberryPi 上のシェルスクリプトで繰り返し実行するようにした。これによって、繰り返し学生の検出が可能となる。またこの実行が完了されるまで約5-7秒かかる。このことから、1分間に10回ほど学生の検出ができることが分かる。

表1 RaspberryPi1 ModelB の仕様

CPU	700MHz, シングルコア
メモリ	512MB
USB2.0 ポート	2
OS	Raspbian(ver.8.0)
その他機能	音声入出力, 映像入出力, GPIO
サイズ	85.60 mm × 56.5 mm
価格	\$35

4.2 サーバ

本研究で使用したサーバの環境について表2に示す。

表2 サーバの環境

CPU	4GHz, クアッドコア
メモリ	16GB
OS	Ubuntu(Ver.16.04.3)
データベース	MySQL(Ver.5.6.16)
Web サーバ	PHP(Ver.7.0.8)

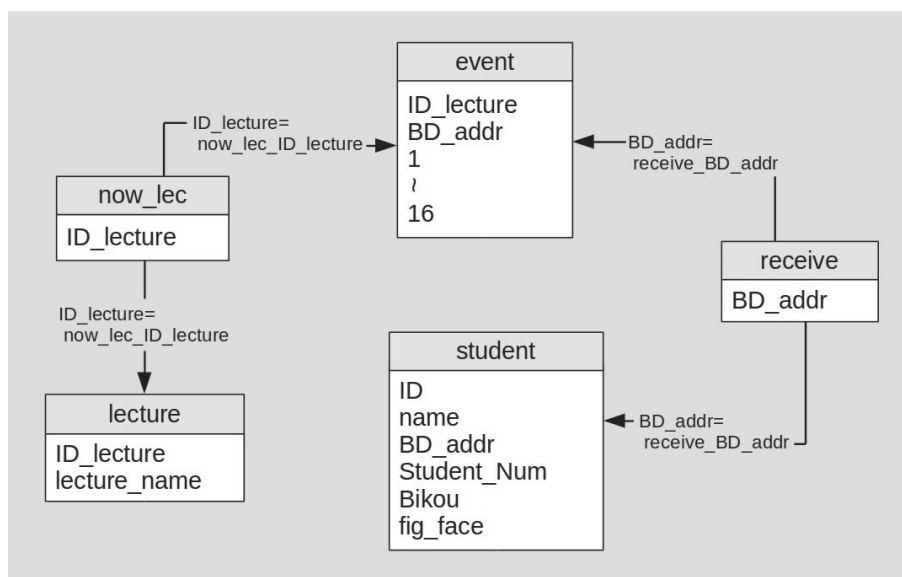


図5 データベース構成と学生情報の特定までの流れ

4.2.1 データベース

サーバでは、学生情報と受信機から送られてくるBDアドレスをデータベースに保存する必要がある。そのためデータベースにはMySQL(Ver.5.6.16)を使用する。データベースのテーブルについて以下に示す。

- student: 学生の学籍番号, 顔写真,BD アドレスなどの基本情報を含むテーブル。
- lecture: システムで使用する全講義のデータを格納するテーブル。
- now_lec: 出席を取ろうとしている講義のデータを格納するテーブル。
- event: 全講義の出席情報を学生ごとに格納するテーブル。また1講義における講義数を16回までとしている。
- receive: 受信機から受信したBDアドレスを格納するテーブル。

4.2.2 Web 表示機能

Web に表示する内容は、データベースから学生の情報や講義の情報を特定して表示する。データベース構成と情報の特定までの流れを図5に示す。まず始めに、受信機は定期的にBDアドレスをreceiveテーブルに書き換えて保存していく。そしてreceiveテーブル内のBDアドレスとstudentテーブルに設定してあるBDアドレスを比較して、学生情報を取得する。次に、教員が講義の出欠確認時に設定する講義情報であるnow_lecテーブルと全講義情報を格納したlectureテーブルとを比較して、講義情報を取得する。また、取

得した講義情報と学生情報の取得に利用したBDアドレスを用いて,eventテーブルから学生の出席データを取得する。

そして取得した学生情報, 講義情報, 出席データをWebページに表示する。またWeb上に表示するために,PHP(Ver.7.0.8)を使用する。出席確認を行う際に、一度に複数の学生情報をWeb上に表示することができる。また、学生情報の表示は複数の学生を一度に表示することができ、これによってある程度の教員の負担を軽減させることができる。そしてWeb上で表示された学生の顔写真を用いて、学生が本人であるか確認が行うことができる。本人確認後に、出欠ボタンを押すことによって出席データに今回の出席データを書き加えることができる。

5. 動作例

本章では、学生と教員が行う動作例を図とともに以下に示す。

1. まず始めに、学生は図6のように携帯端末を受信機にかざす。この時、携帯端末はBluetooth通信で他端末から検出可能状態にしておく必要がある。
2. 次に教員は端末機器を使用してWeb上にアクセスして,Basic認証と呼ばれる認証方法を行う。
3. 認証の後、講義の設定を行い、図7のように学生情報を表示する。
4. 教員は学生情報と学生本人の比較して本人確認を終えたら、出席か欠席かをWeb上のボタンで

決定する。

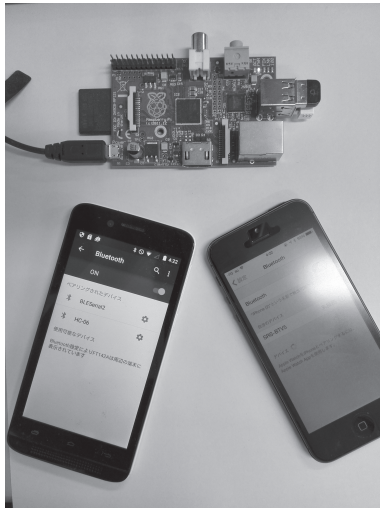


図6 学生が行う動作

出欠を決定してください

授業回数に変更がある場合は、授業の回数を決定して下さい

1
決定

学籍番号				名前			
1	2	3	4	5	6	7	8
9	10	11	12	13	14	15	16
出席		欠席					

備考

初回提出プリントに不備
備考更新

学籍番号				名前			
1	2	3	4	5	6	7	8
9	10	11	12	13	14	15	16
出席		欠席					

備考

特になし
備考更新

図7 教員が閲覧する Web ページの表示例

6. 考察

本研究では、携帯端末と Bluetooth 電波を受信する受信機を用いた出席管理システムを構築した。出欠確認におけるシステムの基本的な動作である学生の検出と識別、学生情報の特定を行うため、学生が所有している携帯端末の Bluetooth 機能である電波強度と BD

アドレスを用いて実現した。このことから、学生が所持している携帯端末と学生の情報を用いた出席管理システムが運用可能であると考えられる。そして本システムを用いることで、従来の問題であった代返行為の防止に一定の効果があると考えられる。

また、本システムでは学生情報の他に出席データをデータベースとして用意し、Web 上に表示している。そのためデータベースに種類を追加することで、出席管理だけでなく課題提出型授業における課題提出や黒板やスクリーンの代わりに携帯端末を使う電子黒板にも活用することが可能であると考えられる。

開発したシステムは、携帯端末と Bluetooth 電波を受信する受信機を用いて構築されている。また、受信機は低コストで設置することができ、無線モジュールを使用することによって教員が移動する際には容易に持ち運ぶこともできる。そのため、ICT の発展につれて大学の講義室で使用できる無線 LAN のアクセスポイントが増えてきている近年において、本システムは有効な手段であると考えられる。

7. まとめと今後の課題

今回、携帯端末を用いた教育支援システムの構成方法について検討していく中で、出席管理システムに焦点を絞りシステム開発を行った。本システムでは、学生が携帯端末を受信機にかざすことで学生の検出と特定を行い、Web 上に表示された学生情報を教員が本人と見比べることで出欠決定を行うことが可能である。

また学生情報を複数人分 Web 上に表示することによって、ある程度の教員の負担を軽減させることができると考えられる。しかし、講義によっては非常に多くの学生が受講しており、学生の数に比例して出欠決定における教員の手間が増大する可能性がある。その問題を解決するため、教員が行わなければならない動作をシステムで処理する必要がある。例えば、学生の顔と顔写真で類似度を算出して本人確認をするなどが考えられる。

また、近年においてネットワークにおける個人情報の流出が問題になっており、学生情報や出席データの流出対策が必要不可欠となる。本研究では、Basic 認証等の基本的な認証で行っていたが、他認証方法や通信の暗号化などを併用してセキュリティ性を高める必要がある。

参考文献

- [1] 総務省: 平成 26 年通信利用動向調査, <http://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/whitepaper/ja/h27/html/nc372110.html>, (2015)
- [2] 文部科学省: 「教育の情報化ビジョン」の公表について, http://www.mext.go.jp/b_menu/houdou/23/04/1305484.htm, (2011).
- [3] 青山 雄一郎, 西口 和也, 冬木 正彦, 植木 泰博: GPS 機能を利用した効率的モバイル出席管理モジュール, 第 4 回 Ja Sakai カンファレンス『Sakai を活用した学習支援環境の構築に向けて』, (2011).
- [4] 植木 泰博, 米坂 元宏, 冬木 正彦, 荒川雅裕: 携帯電話を用いた出席確認システムの開発と評価 (教育システム情報学会誌, Vol.22-No.3), 教育システム情報学会, pp.210-215(2005).
- [5] 斯波 恭平, 諏訪 敬祐: iBeacon を用いた予備校向け出席管理システム (東京都市大学横浜キャンパス情報メディアジャーナル, 第 17 号), 東京都市大学環境情報学部情報メディアジャーナル編集委員会, pp.35-40(2016).